



**Томский политехнический университет
Факультет естественных наук и математики
Кафедра теоретической и
экспериментальной физики**

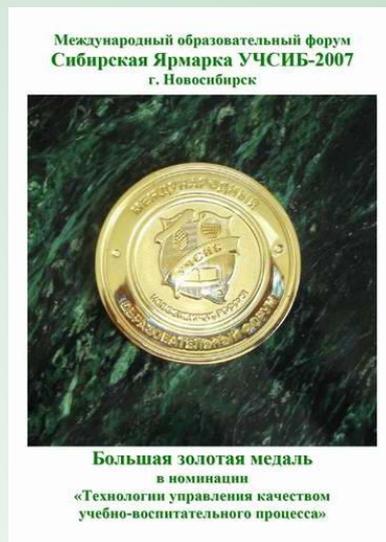
**Комплекс
лабораторных работ
Laboratory Simulations 1.2
для изучения физических
моделей на компьютере**



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Комплекс Laboratory Simulations 1.2 разработан Ревинской О.Г. и Кравченко Н.С., сотрудниками кафедры теоретической и экспериментальной физики Томского политехнического университета. Комплекс прошел государственную регистрацию ВНИЦ № 50200501393 от 03.10.2005 г.

Комплекс отмечен следующими наградами:





Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Комплекс **Laboratory Simulations 1.2** включает:

- комплект авторских программных продуктов, моделирующих физические процессы
- комплект методических пособий (общий объем более 300 страниц)
- комплект рабочих тетрадей



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Комплекс Laboratory Simulations 1.2

- рассчитан на 2-4 семестра изучения курса общей физики
(1 и 2 курсы)
- включает 20 лабораторных работ по четырем разделам курса общей физики: механика, жидкости и газы, колебания и волны, электричество и магнетизм



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Комплект методических пособий

- рассчитан на студентов высших учебных заведений технических и физико-математических специальностей
- может быть полезен преподавателям и аспирантам при подготовке к проведению лабораторных занятий
- содержит методические рекомендации по подготовке к работе, по выполнению исследований, обработке результатов и оформлению отчетов по выполненной работе

Комплект рабочих тетрадей

- направлен на развитие навыков оформления отчетов о результатах физических исследований
- отражают этапы выполнения работы и обработки результатов



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Методическое описание каждой лабораторной работы включает:

- Цель работы
- Подробное описание теории, на которой построена работа
- Обоснование и вывод рабочих формул
- Дополнительная информация
- Описание компьютерной модели изучаемого физического процесса
- Рекомендуемые варианты выполнения работы
- Методика и порядок выполнения работы
- Вопросы для самоконтроля



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Список лабораторных работ

Механика

[МодМ - 01. Определение ускорения свободного падения](#)

[МодМ - 02. Второй закон Ньютона](#)

[МодМ - 03. Закон сохранения импульса](#)

[МодМ - 04. Момент инерции твердого тела](#)

[МодМ – 06. Реактивное движение](#)

[МодМ – 07. Движение инертного тела в гравитационном поле](#)

Жидкости и газы

[МодТ - 01. Вытекание жидкости из малого отверстия](#)

[МодТ - 02. Движение тела в вязкой среде](#)

[МодТ - 03. Движение броуновской частицы](#)



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Список лабораторных работ

Колебания и волны

[МодК – 01. Свободные гармонические колебания](#)

[МодК – 02. Затухающие колебания](#)

[МодК – 03. Вынужденные колебания](#)

[МодК – 04. Сложение перпендикулярных колебаний](#)

[МодК – 05. Сложение колебаний. Биения](#)

[МодК – 06. Гармонический анализ](#)

[МодК – 07. Связанные колебания](#)

Электричество и магнетизм

[МодЭ – 01. Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях](#)

[МодЭ – 02. Движение заряженной частицы в параллельных электрическом и магнитном полях](#)

[МодЭ – 03. Электростатическое поле](#)

[МодЭ – 04. Движение заряженной частицы в кулоновском поле](#)



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 01. Определение ускорения свободного падения

Определение ускорения свободного падения: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Планета:

Сатурн

Масса: $5,7 \cdot 10^{26}$ кг;
Радиус: 60000 км

Секундомер

Время: **12,309** с

Пуск Сброс

Изменение высоты падения h (м)

Высота: 800,00 м

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Изучение одномерного равноускоренного движения.

Определение ускорения свободного падения на одной из планет Солнечной системы (например, на Сатурне)

[Список работ](#)



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 02. Второй закон Ньютона

Проверка второго закона Ньютона: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Тело:

дерево

Плотность $0,4 \cdot 10^3 \text{ г/м}^3$

Объем $2,850 \text{ м}^3$

Движение

с учетом трения

Секундомер

Время: **4,218** с

Пуск Сброс

Масса груза: 600 г

Масса груза (г):

500 600 700 800

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Изучение второго закона Ньютона.

Определение массы движущегося тела и коэффициента трения тела о поверхность.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 03. Закон сохранения импульса

Закон сохранения импульса: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Тело: Тело A Тело B Тело C
Тело D Тело E Тело F

Масса: 1,0 кг
Скорость: 2,0 м/с

Относительная масса первого осколка:

0,1 0,3 0,5 0,7 0,9

Начать эксперимент

Секундомеры:

1 осколок: 11,876 с
2 осколок: 2,474 с

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Проверка закона сохранения импульса.

Изучение движения осколков разорвавшегося тела.

Определение начального импульса разорвавшегося тела.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 04. Момент инерции твердого тела

Момент инерции твердого тела: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

Тело
(прямоугольная призма)
Масса: 2,83 кг
Размеры:
 $h = 4,8$ см
 $a = 11,78$ см

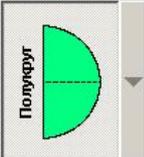
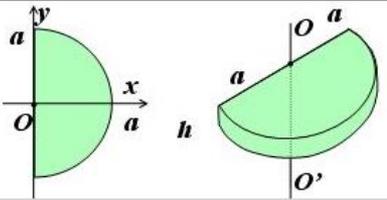
Сечение:  Полуциркуль

Схема: 

Шарик:
Масса: 0,50 кг
Начальная скорость: см/с
Координаты точки удара: $X = 0,0$ см, $Y = 11,0$ см

Секундомер:
Количество оборотов:
Время: с
Тело выполнило 0 оборотов

Координаты оси вращения:
 $X = 4,4$ см $Y = 0,0$ см

X : 0,0 2,2 4,4 6,6 8,8 11,0
 Y : 8,0 4,2 0,4 -3,4 -7,2 -11,0

Цель работы:

Изучение особенностей вращательного движения абсолютно твердого тела.

Экспериментальное определение положения центра инерции и момента инерции твердого тела относительно оси, проходящей через центр инерции.

[Список работ](#)



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 06. Реактивное движение

Реактивное движение: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

"Ракета":
масса: 12,5 кг

"Топливо": газ Хлористый водород

Масса: 0,278 кг Температура: 330 К
Молярная масса: 0,036 кг/моль Объем: 89,77 л
Длина топливного бака: 42,97 см Давление: 2,297 атм
Диаметр сопла: 10 мм

Режим вытекания "топлива":
 при постоянном давлении
 при постоянном объеме

Секундомер: Время прохождения датчиков:

Расстояние между датчиками (фиксировать положение "ракеты" через каждые...)	x (м)	t (с)
0,0	0,0	0,0000
2,0	2,0	1,1909
4,0	4,0	1,6832
6,0	6,0	2,0604

200 см

Стоп

Начальное положение

Ход работы Описание Завершение работы

Цель работы:

Изучение реактивного движения как движения тела с переменной массой.

Исследование зависимости кинематических характеристик (координаты, скорости, ускорения) прямолинейного реактивного движения в вакууме от массы тела и законов их изменения в процессе движения .

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодМ – 07. Движение инертного тела в гравитационном поле

Движение инертного тела в гравитационном поле: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

Планета: Земля

Масса: $5,9736 \cdot 10^{24}$ кг
Радиус: $6,3781 \cdot 10^3$ км

Тело: Масса: $50 \cdot 10^3$ кг
Точка A траектории расположена от планеты на расстоянии: $75,0 \cdot 10^6$ м
Скорость в точке A: $1,31 \cdot 10^3$ м/с

Направление движения:
 по часовой стрелке
 против часовой стрелки

Фиксировать положение тела...
через $0,25$ периода движения по круговой орбите радиусом $75 \cdot 10^6$ м

Начать эксперимент
Очистить область эксперимента
Цена деления линейки: $30 \cdot 10^6$ м

Ход работы Описание Завершение работы

Цель работы:

Изучение движения тела в гравитационном поле одной из планет Солнечной системы (например, Земли).
Изучение законов Кеплера.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодТ – 01. Вытекание жидкости из малого отверстия

Вытекание жидкости из малого отверстия: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Сосуд: Сосуд 1 Сосуд 2 Сосуд 3 Сосуд 4

Диаметр сосуда (см): 7,55
Диаметр отверстия (мм): 5,50

Отверстие расположено на высоте 20,20 см от дна сосуда

Секундомер
Время: 19,288 с

Жидкость: Вода

Объем: 1550,00 см³
Плотность: 0,998 г/см³

Масса поршня (г): 200

Наполнить сосуд

Начать эксперимент

Масштаб: 100%

Цена деления линейки (см): 0,500

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Изучение явления вытекания жидкости из малого отверстия и движения струи жидкости под действием силы тяжести.

Определение площади отверстия, плотности жидкости и концентрации примеси в ней.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодТ – 02. Движение тела в вязкой среде

Цель работы:

Изучение одномерного движения тела в вязкой среде.

Определение зависимости характеристик движения (ускорения, скорости и координаты) тела от времени.

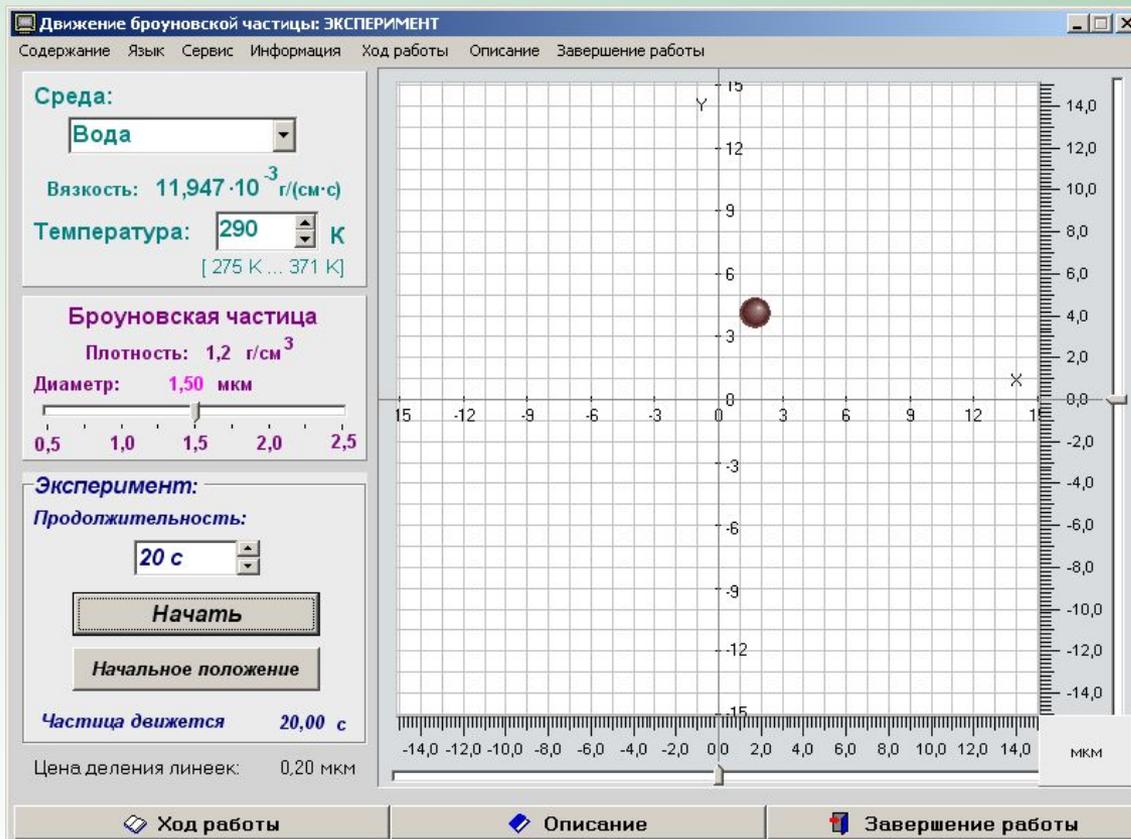
Вычисление коэффициента вязкости среды.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодТ – 03. Движение броуновской частицы



Цель работы:

Изучение движения броуновской частицы.

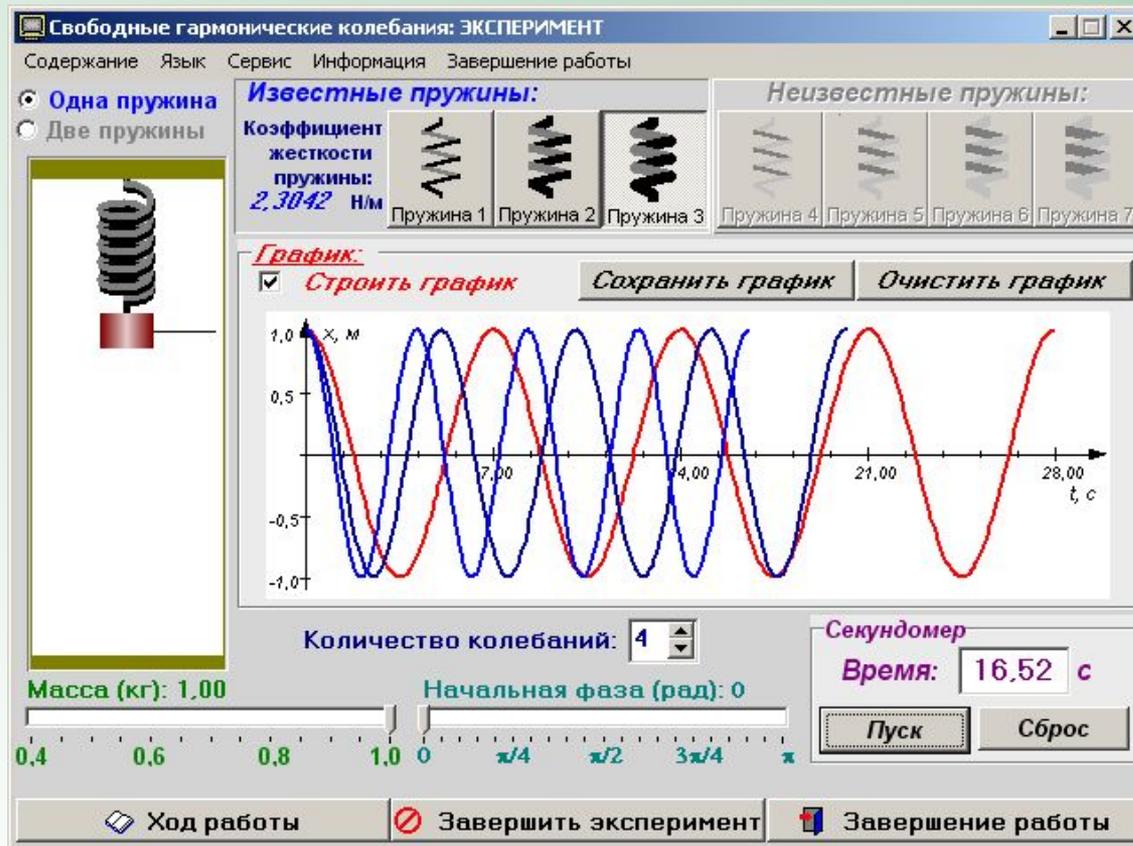
Определение постоянной Больцмана, коэффициента диффузии и длины свободного пробега броуновской частицы, находящейся в различных вязких средах.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 01. Свободные гармонические колебания



Цель работы:

Изучение характеристик свободного гармонического колебательного движения.

Анализ временной зависимости координаты тела при различных начальных условиях.

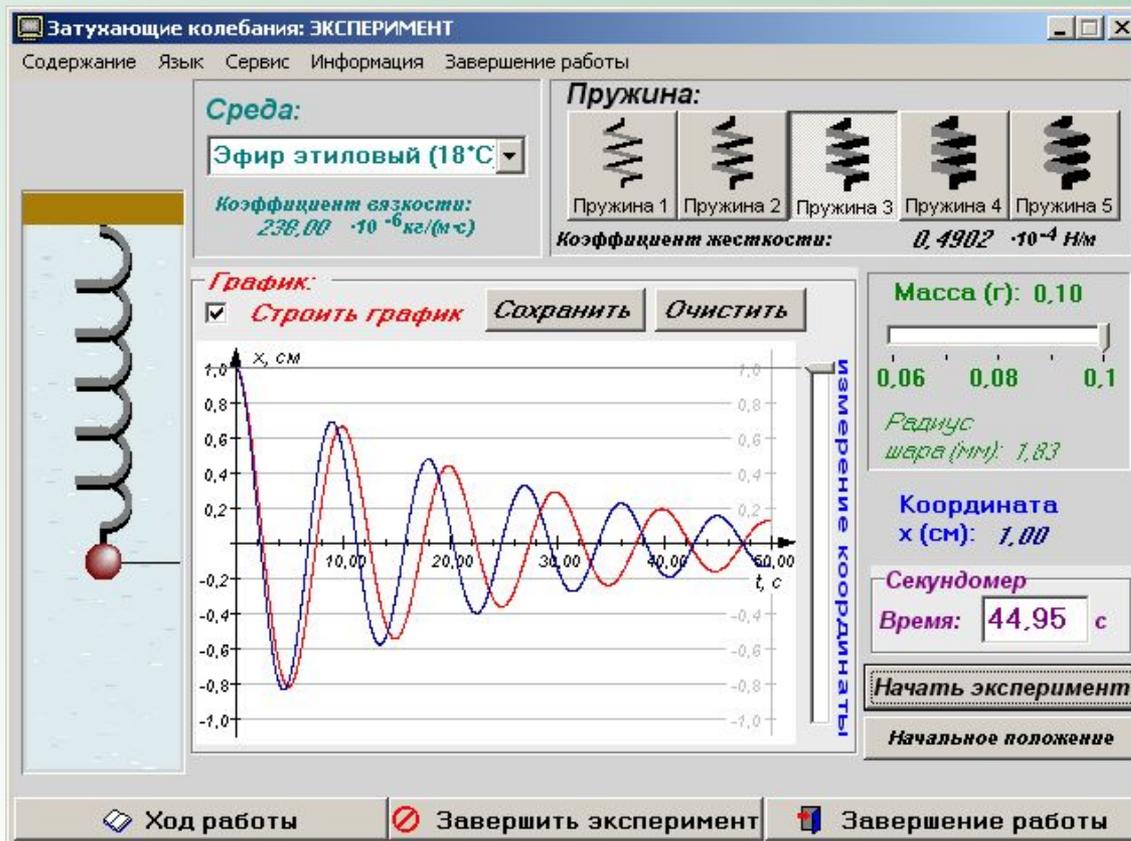
Определение коэффициента жесткости неизвестной пружины с помощью пружинного маятника

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 02. Затухающие колебания



Цель работы:

Изучение характеристик затухающего свободного колебательного движения.

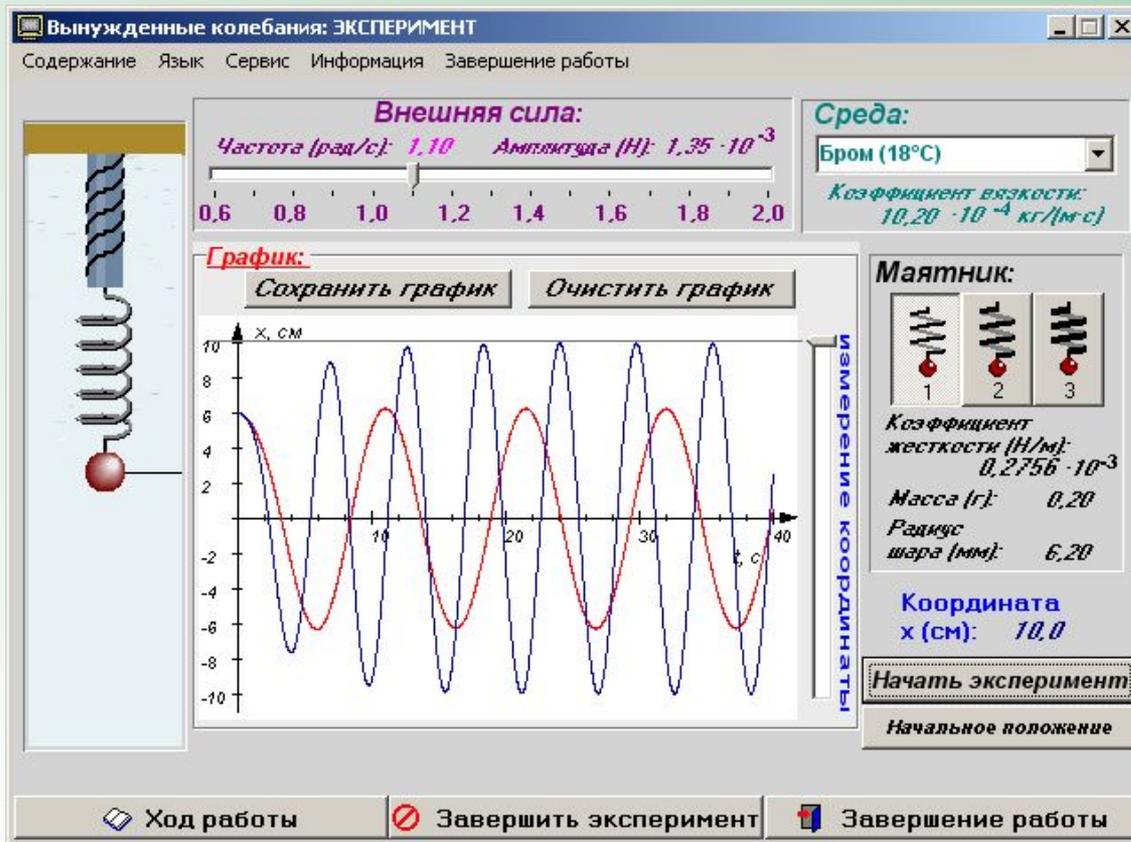
Определение коэффициента затухания, логарифмического декремента и добротности колебательной системы.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 03. Вынужденные колебания



Цель работы:

Изучение особенностей вынужденного колебательного движения.

Построение резонансной кривой.

Определение частоты резонанса.

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 04. Сложение перпендикулярных колебаний

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Маятник:

Маятник 1 Маятник 2 Маятник 3
Маятник 4 Маятник 5
Маятник 6 Маятник 7 Маятник 8

Коэффициент жесткости (Н/м): $2,607 \cdot 10^{-2}$
Масса (г): 5,00

НАЧАТЬ эксперимент
Начальное положение

Колебания в вертикальном направлении:
Частота (рад/с): 4,56

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Изучение особенностей движения тела, участвующего в двух взаимно перпендикулярных колебательных движениях.

Определение частоты горизонтальных колебаний по фигурам Лиссажу

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 05. Сложение колебаний. Биения

Сложение колебаний. Биения: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Завершение работы

Маятник:

Маятник 1 Маятник 2
Маятник 3 Маятник 4

Коэффициент жесткости (Н/м): $3,057 \cdot 10^{-2}$
Масса (г): 5,00

Секундомер

Использовать секундомер

Количество колебаний: 23

Время: 58.654 c

Складываемые колебания:

График координаты тела:

Сохранить график Очистить график

Координата x (см): 5,00

Частота внешней силы (рад/с): 2,33

НАЧАТЬ эксперимент

Начальное положение

Ход работы Завершить эксперимент Завершение работы

Цель работы:

Изучение особенностей движения тела, участвующего в двух одинаково направленных колебательных движениях.

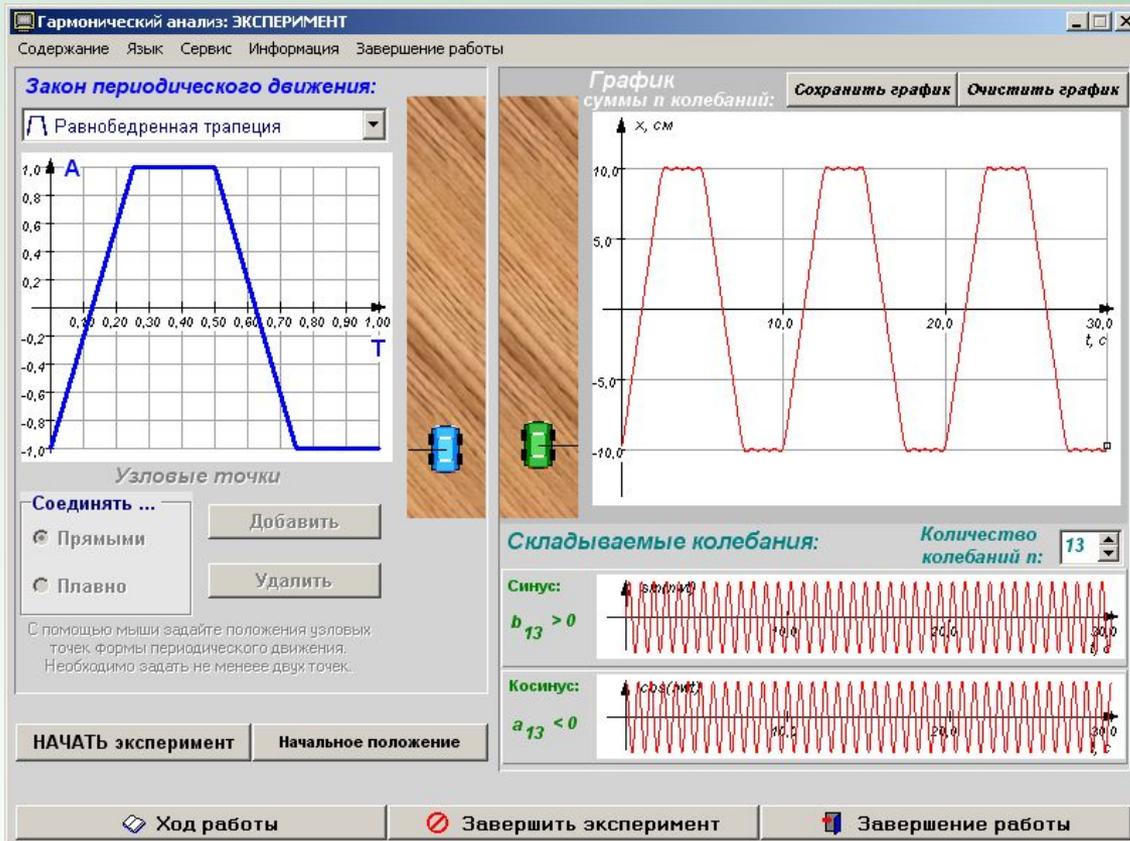
Определение частоты собственных колебаний маятника и амплитуд складываемых колебаний из биений

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 06. Гармонический анализ



Цель работы:

Изучение сходимости Фурье-разложения периодического негармонического движения.

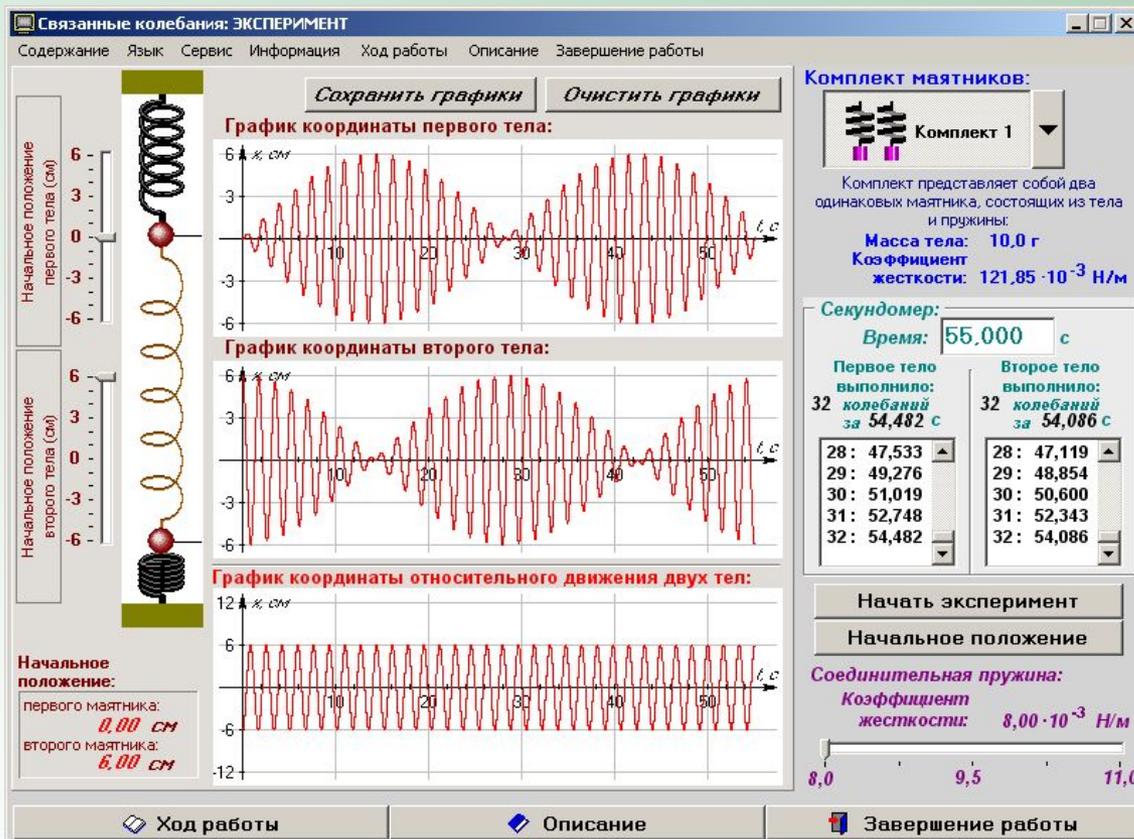
Построение спектра негармонического периодического движения

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодК – 07. Связанные колебания



Цель работы:

Изучение свободных колебаний системы с двумя степенями свободы.

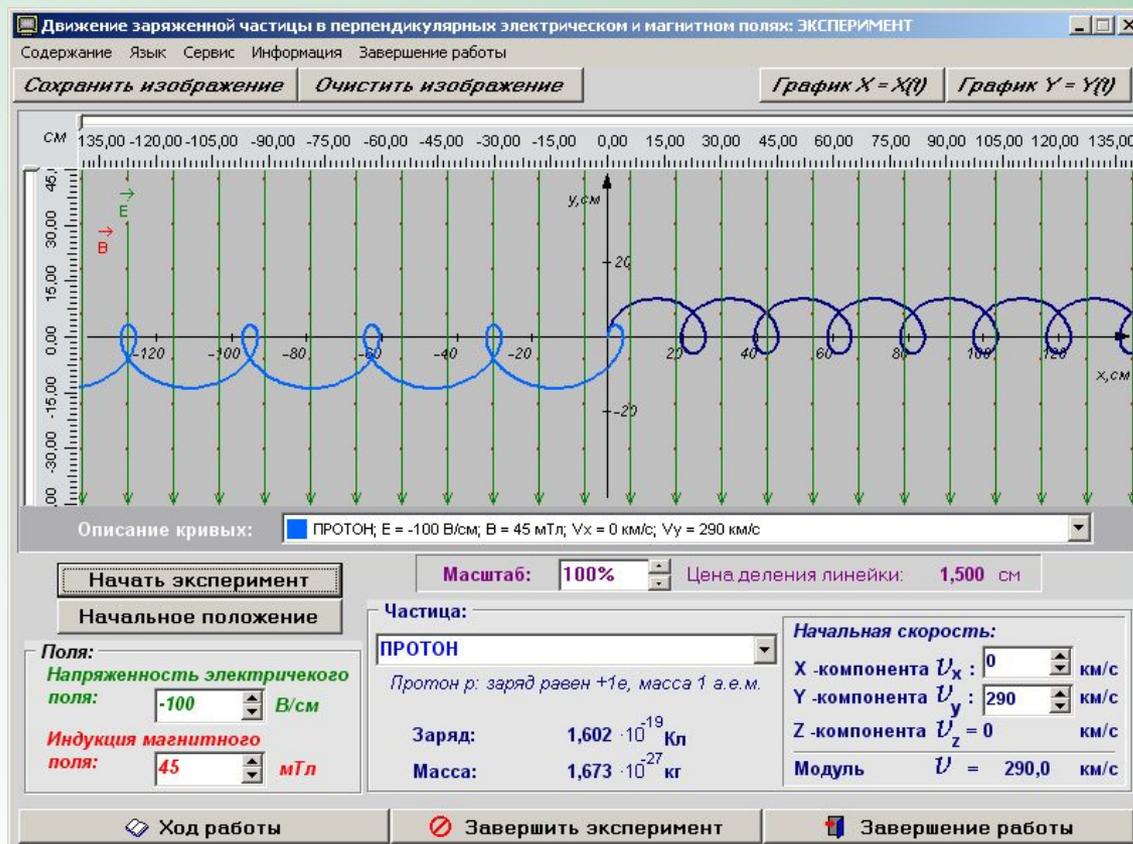
Анализ зависимости характеристик движения от начального положения связанных маятников и жесткости соединительной пружины

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодЭ – 01. Движение заряженной частицы во взаимно перпендикулярных электрическом и магнитном полях



Цель работы:

Анализ зависимости характеристик периодического движения заряженной частицы от напряженности электрического и индукции магнитного полей.

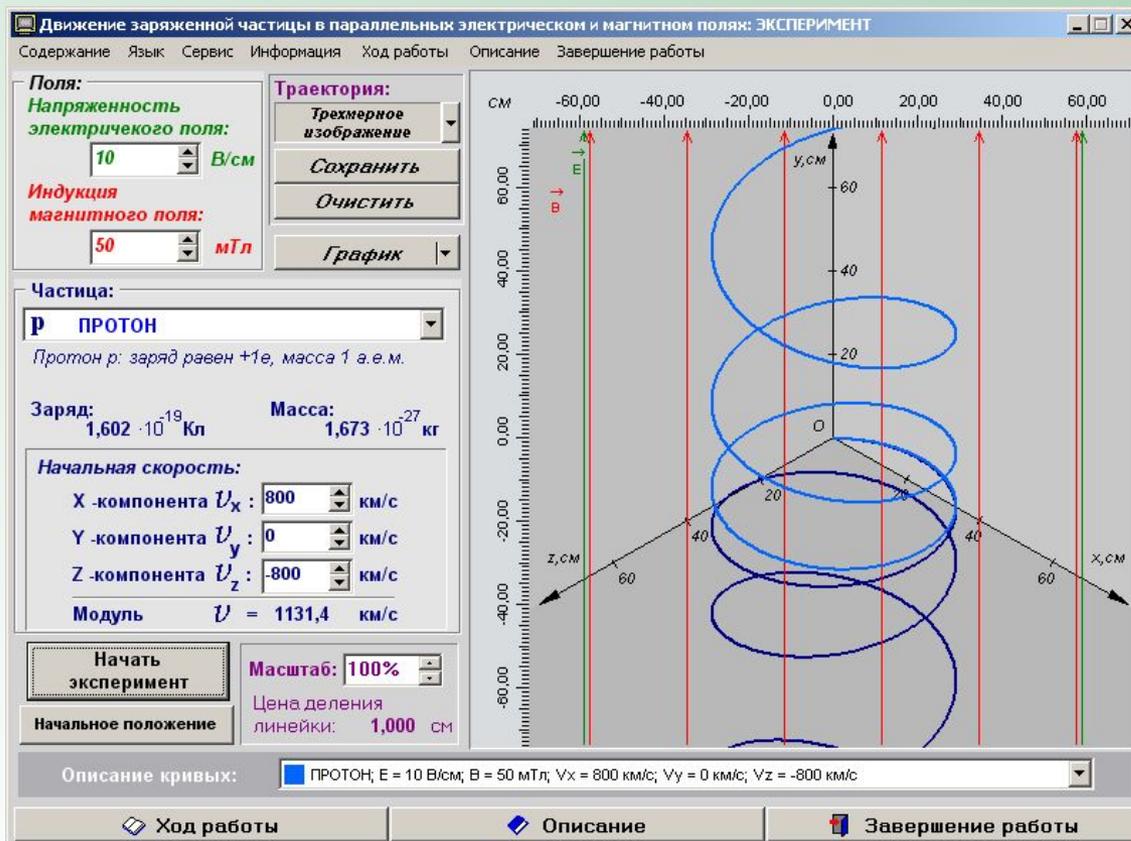
Определение отношения заряда частицы к ее массе

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодЭ – 02. Движение заряженной частицы в параллельных электрическом и магнитном полях



Цель работы:

Анализ зависимости характеристик периодического движения заряженной частицы от напряженности электрического и индукции магнитного полей.

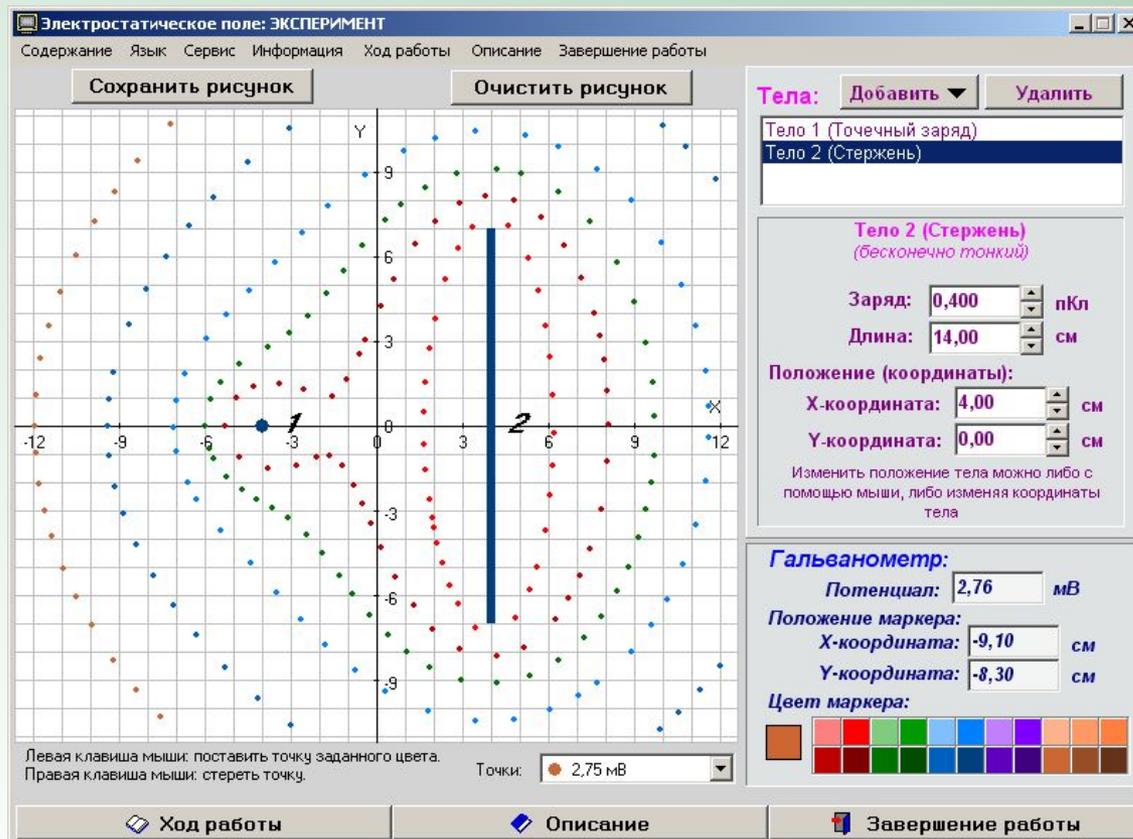
Определение отношения заряда частицы к ее массе

Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодЭ – 03. Электростатическое поле



Цель работы:

Изучение характеристик электростатического поля при различном расположении зарядов в пространстве.

Построение эквипотенциальных поверхностей, линий напряженности электростатического поля и пространственных зависимостей потенциала и напряженности.

Список работ

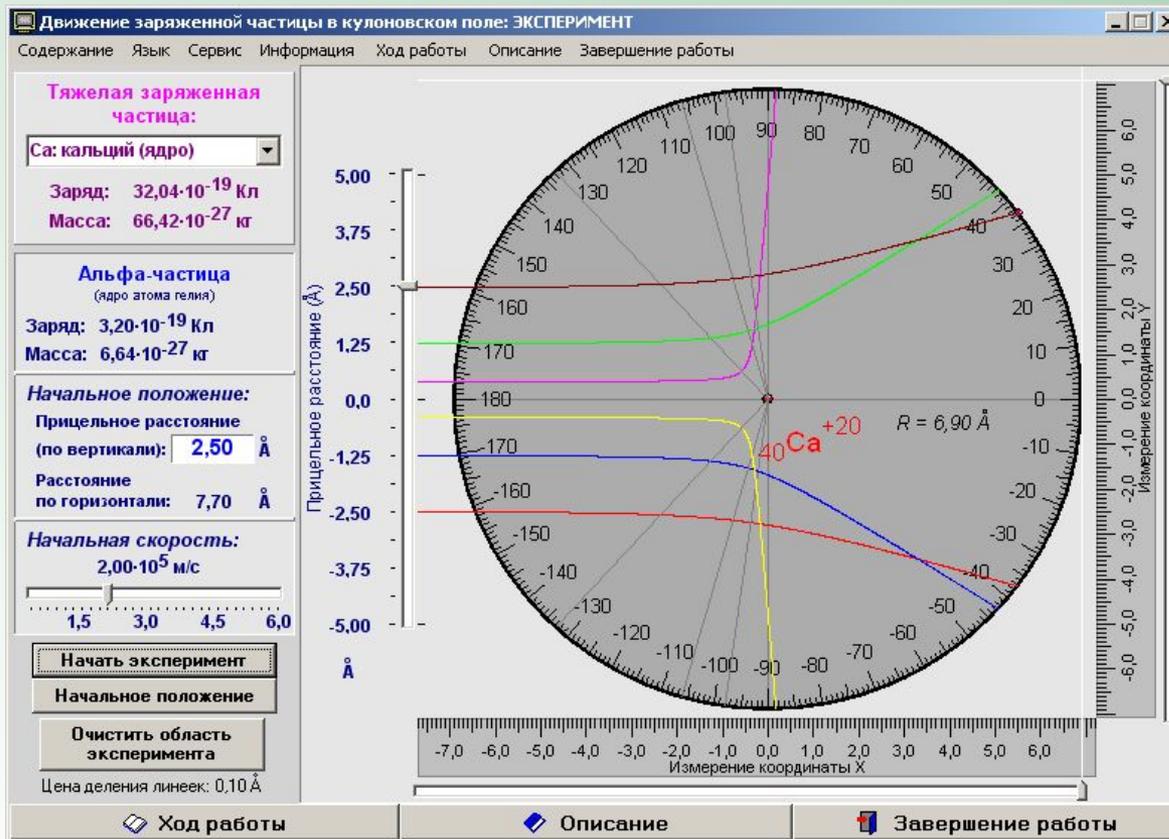


Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

МодЭ – 04. Движение заряженной частицы в кулоновском поле

Цель работы:

Изучение поведения одной заряженной частицы в поле другой заряженной частицы.
Выявление взаимосвязи параметров траектории налетающей частицы с ее начальной энергией и моментом импульса.



Список работ



Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

Информация об авторах:

Кравченко Надежда Степановна,

кандидат физ.-мат. наук, доцент кафедры
теоретической и экспериментальной физики

Ревинская Ольга Геннадьевна,

кандидат пед. наук,
зав. компьютерной лабораторией кафедры
теоретической и экспериментальной физики

Контактная информация: (3822)-563-437

ogr@tpu.ru

<http://OGRevinskaya.narod.ru>