



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

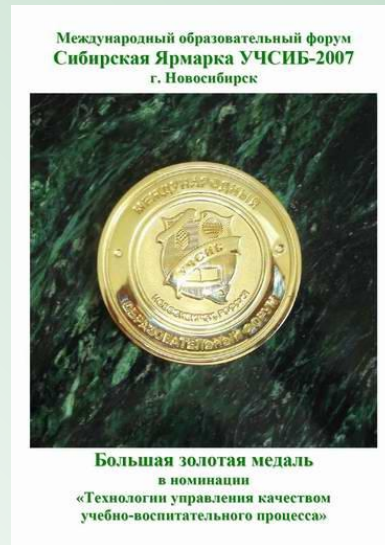
**Комплекс
лабораторных работ
Laboratory Simulations 1.2
для изучения физических
моделей на компьютере**



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

h, м

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

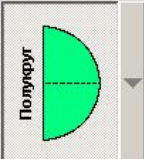
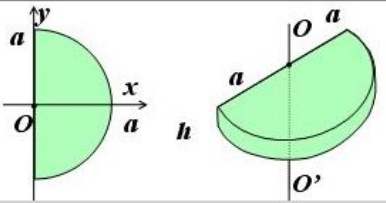
Сечение:  Полуциркуль

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

"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:

Расстояние между датчиками (фиксировать положение "ракеты" через каждые...)	x (м)	t (с)
0,0	0,0000	
2,0	1,1909	
4,0	1,6832	
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 А траектории расположена от планеты на расстоянии: $75,0 \cdot 10^6$ м

Скорость в точке А: $1,31 \cdot 10^3$ 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

50 150 250 350

100 200 300 400

Наполнить сосуд

Начать эксперимент

Масштаб: 100%

Цена деления линейки (см): 0,500

34,62 см
20,20 см

0,00 5,00 10,00 15,00 20,00 25,00 30,00 35,00 40,00 45,00 50,00 55,00 60,00

Цена деления 0,500 см

см

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

Движение тела в вязкой среде: ЭКСПЕРИМЕНТ

Содержание Язык Сервис Информация Ход работы Описание Завершение работы

СРЕДА:

- Тяжелые жидкости: Масло касторовое 10 °С
- Легкие жидкости: Анилин 50 °С
- Газы: Неон 50 °С

Плотность: 0,95 г/см³ Вязкость: 24,40 г/(см·с)

Тело (пластмасса): Плотность: 1,4 г/см³
Радиус (см): 4,6771

Масса: 600 г

Секундомер:
Расстояние между метками (см): 30
Время: 1,3163 с

Время прохождения тела через метки:
0,5859
0,9519
1,2996

Остановить ЭКСПЕРИМЕНТ

Начальное положение

Ход работы Описание Завершение работы

Цель работы:

Изучение одномерного движения тела в вязкой среде.

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

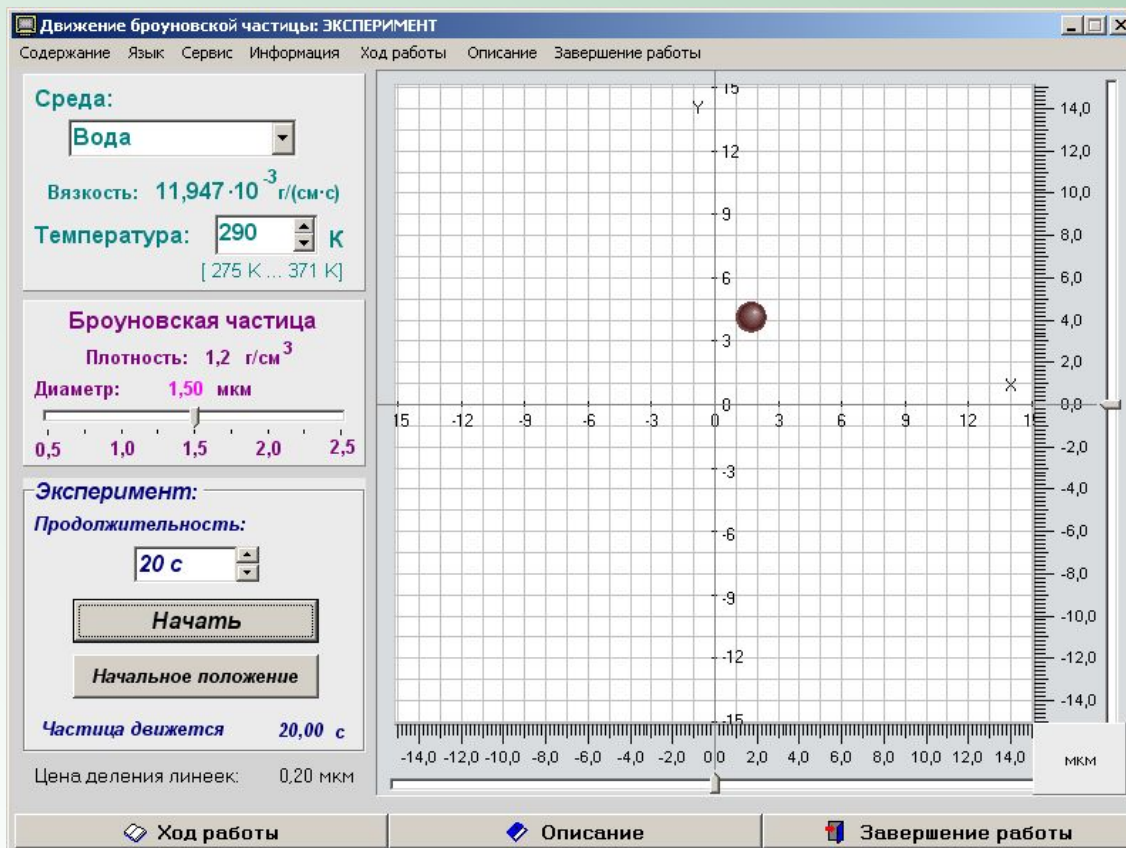
Вычисление коэффициента вязкости среды.

[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.

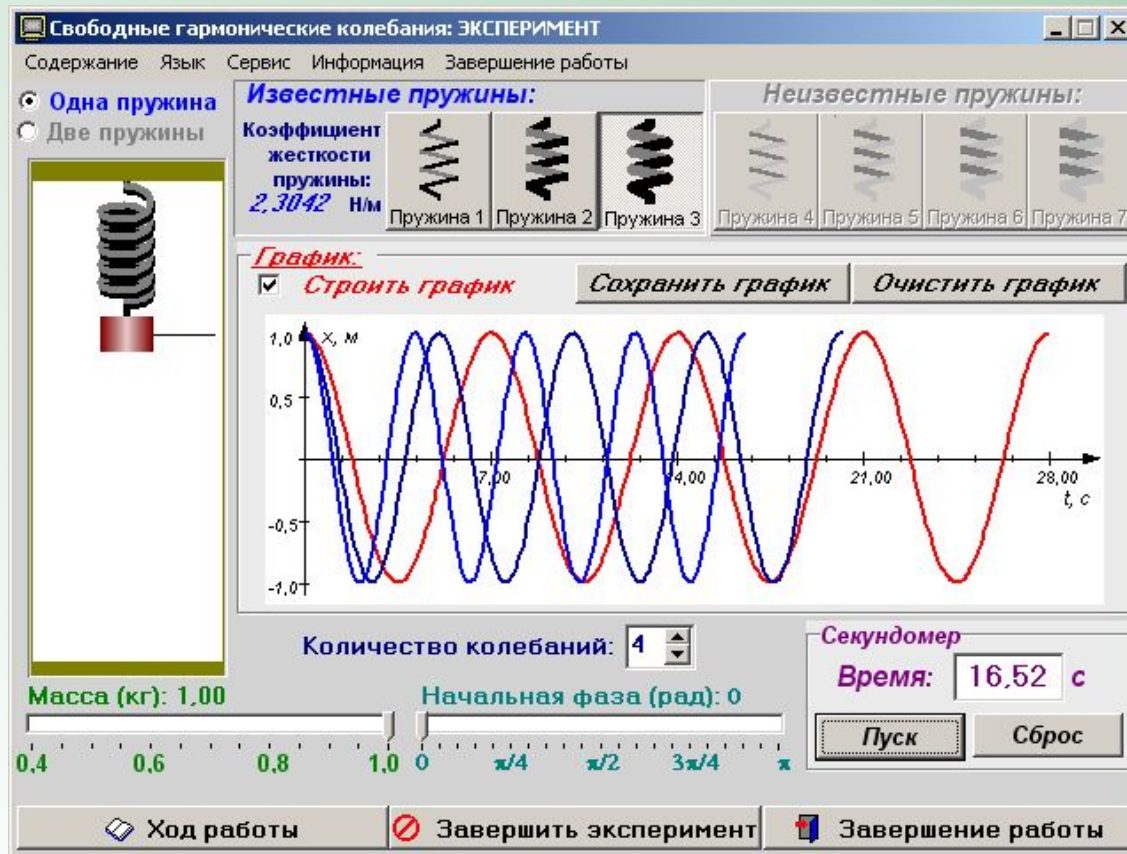
Определение постоянной Больцмана, коэффициента диффузии и длины свободного пробега броуновской частицы, находящейся в различных вязких средах.

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.

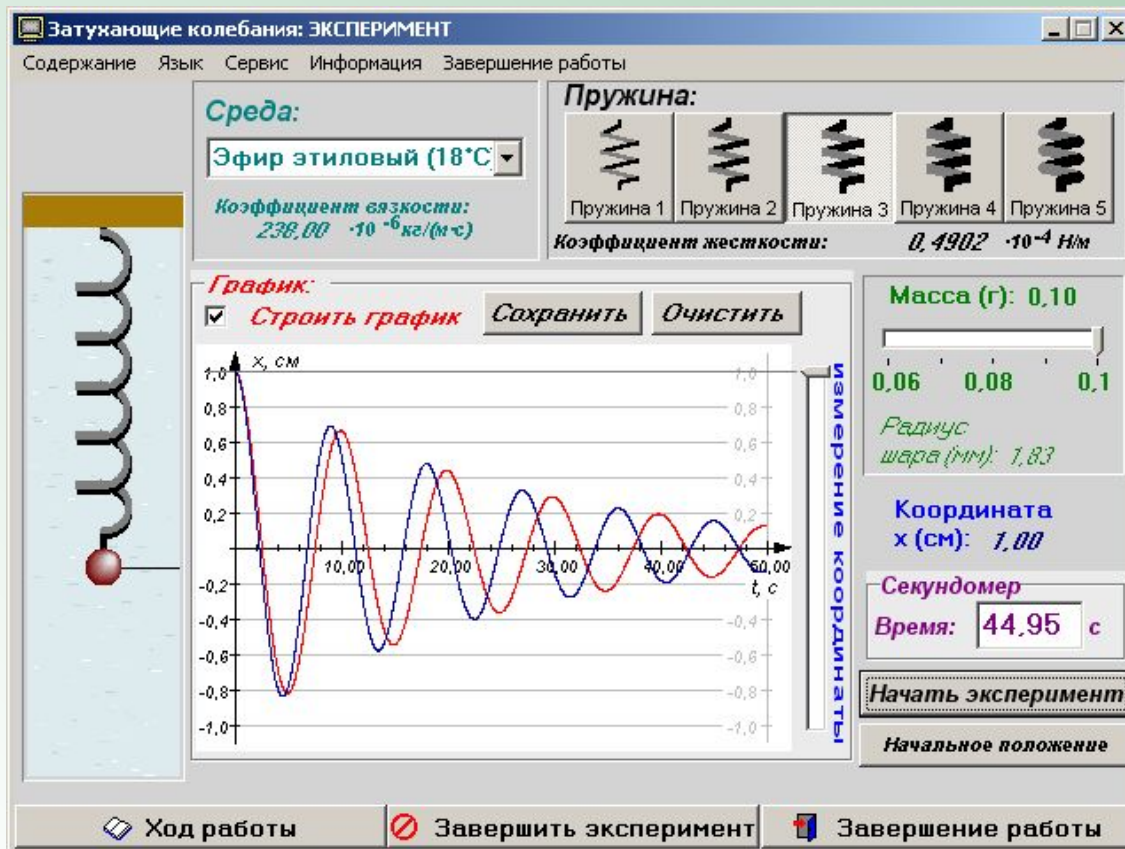
Определение коэффициента жесткости неизвестной пружины с помощью пружинного маятника

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.

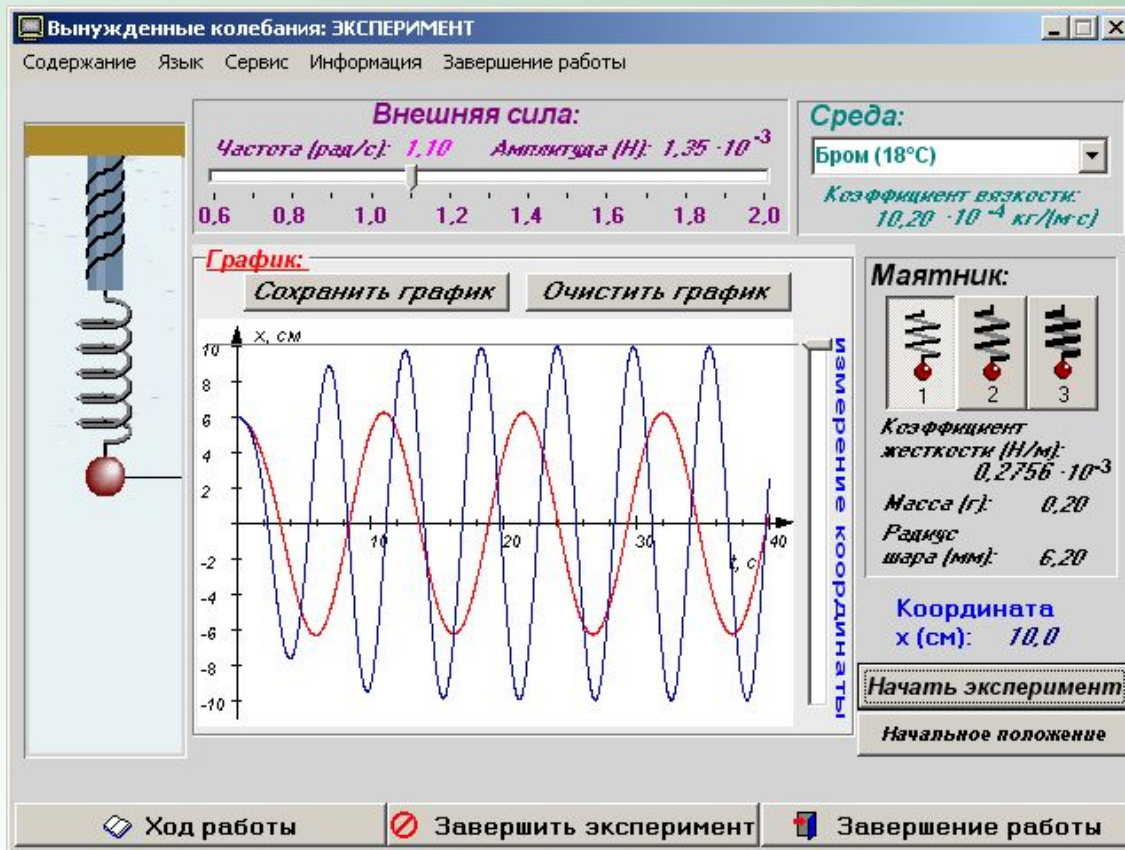
Определение коэффициента затухания, логарифмического декремента и добротности колебательной системы.

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

Траектория движения тела

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.

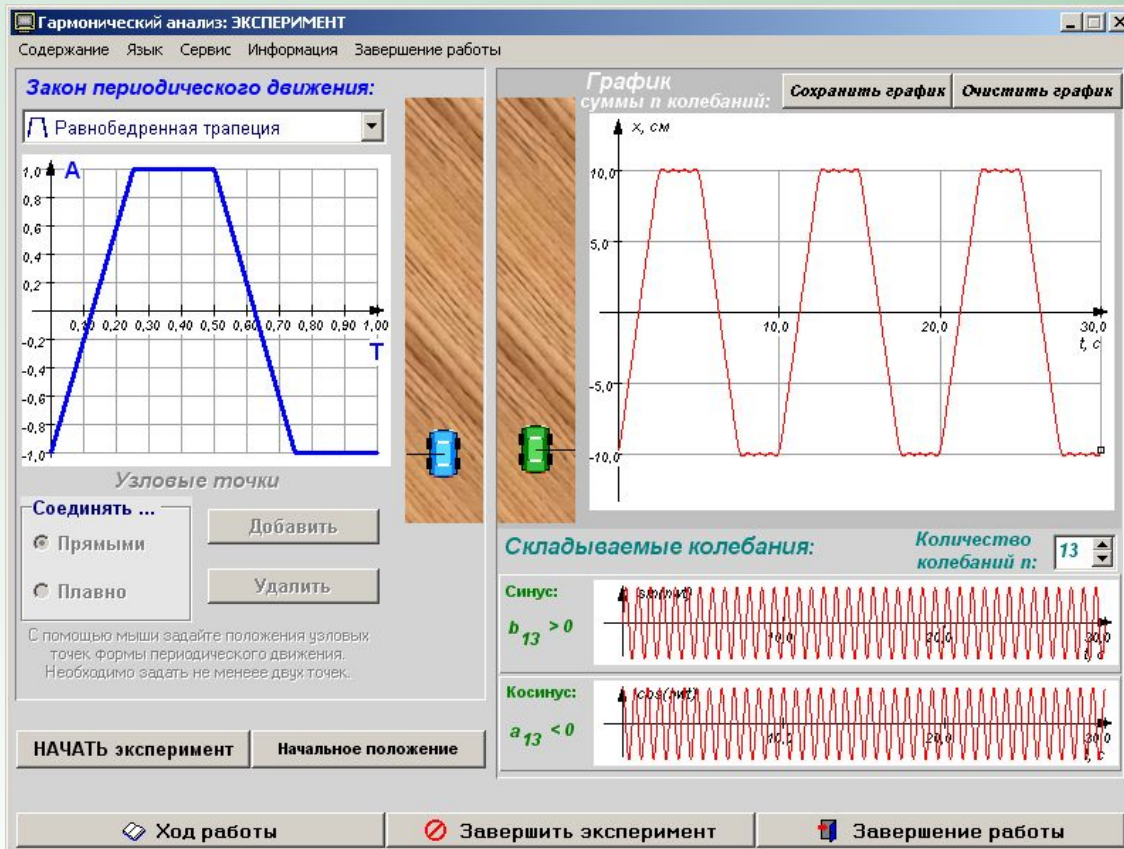
Определение частоты собственных колебаний маятника и амплитуд складываемых колебаний из биений

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.

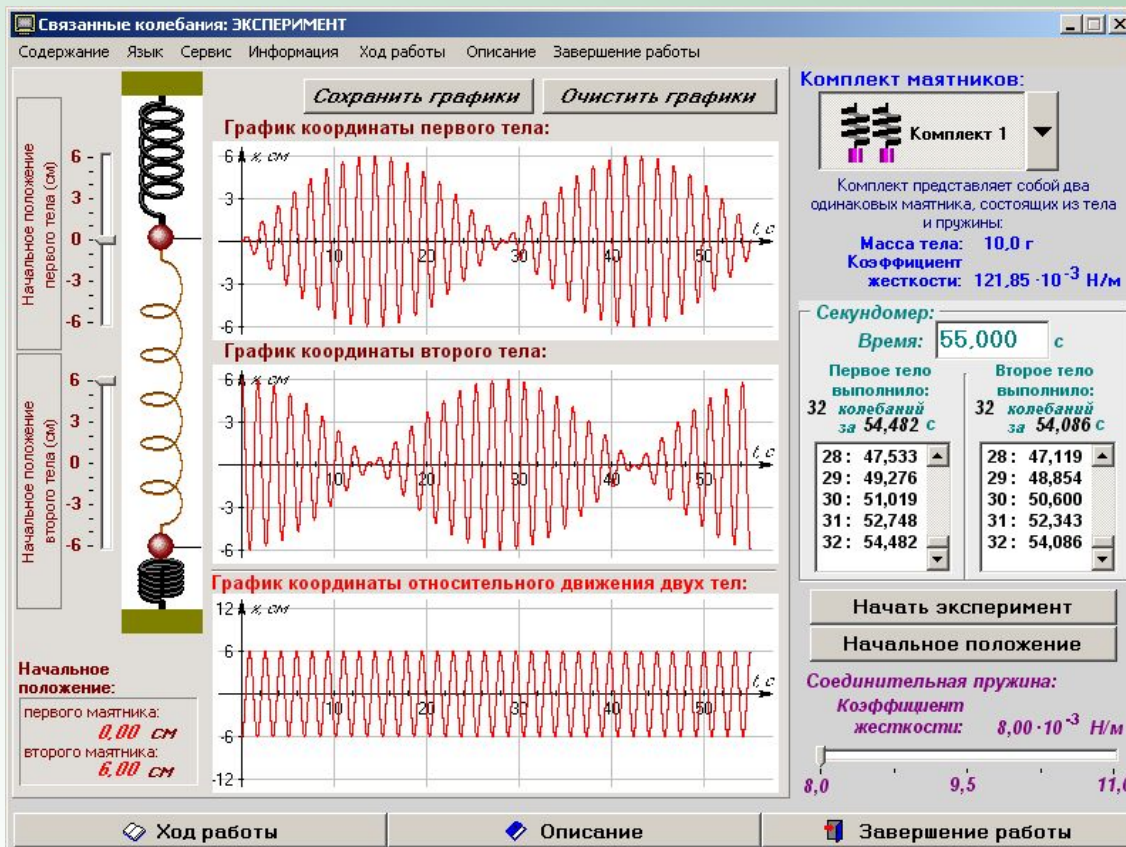
Построение спектра
негармонического
периодического
движения

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.

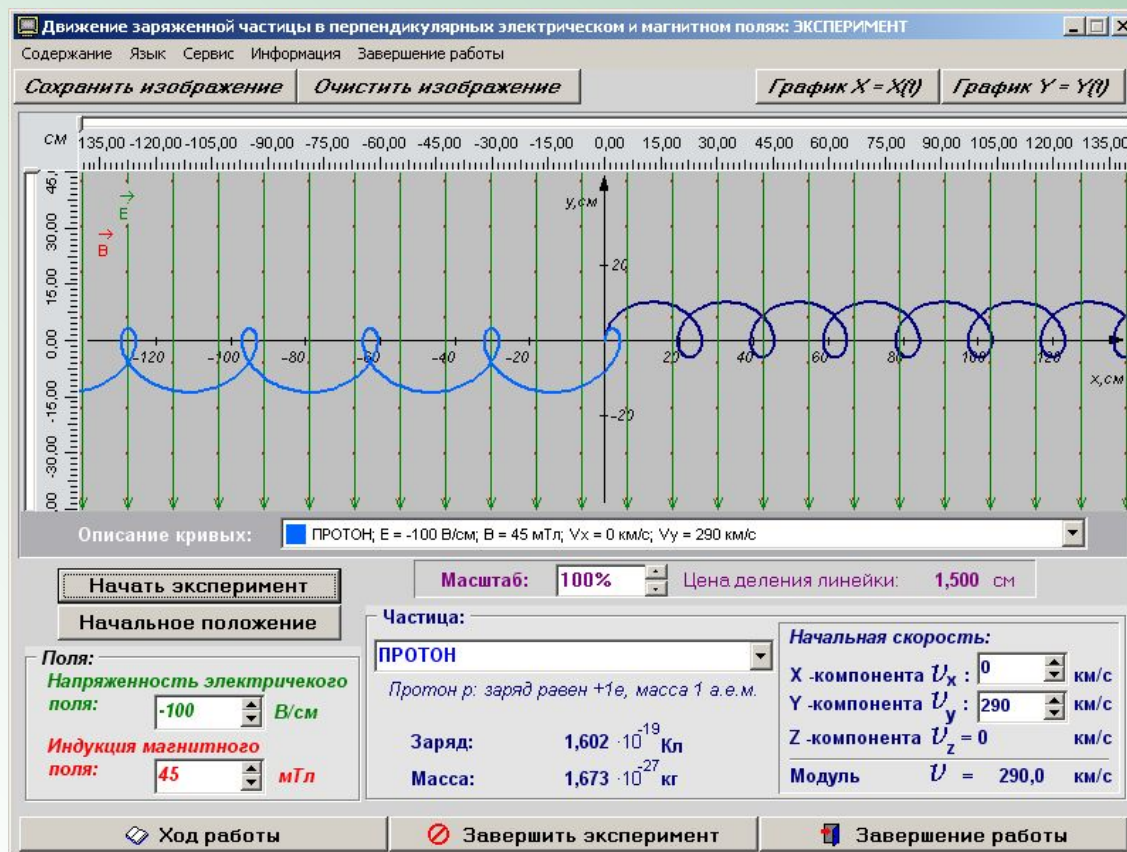
Анализ зависимости характеристик движения от начального положения связанных маятников и жесткости соединительной пружины

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.

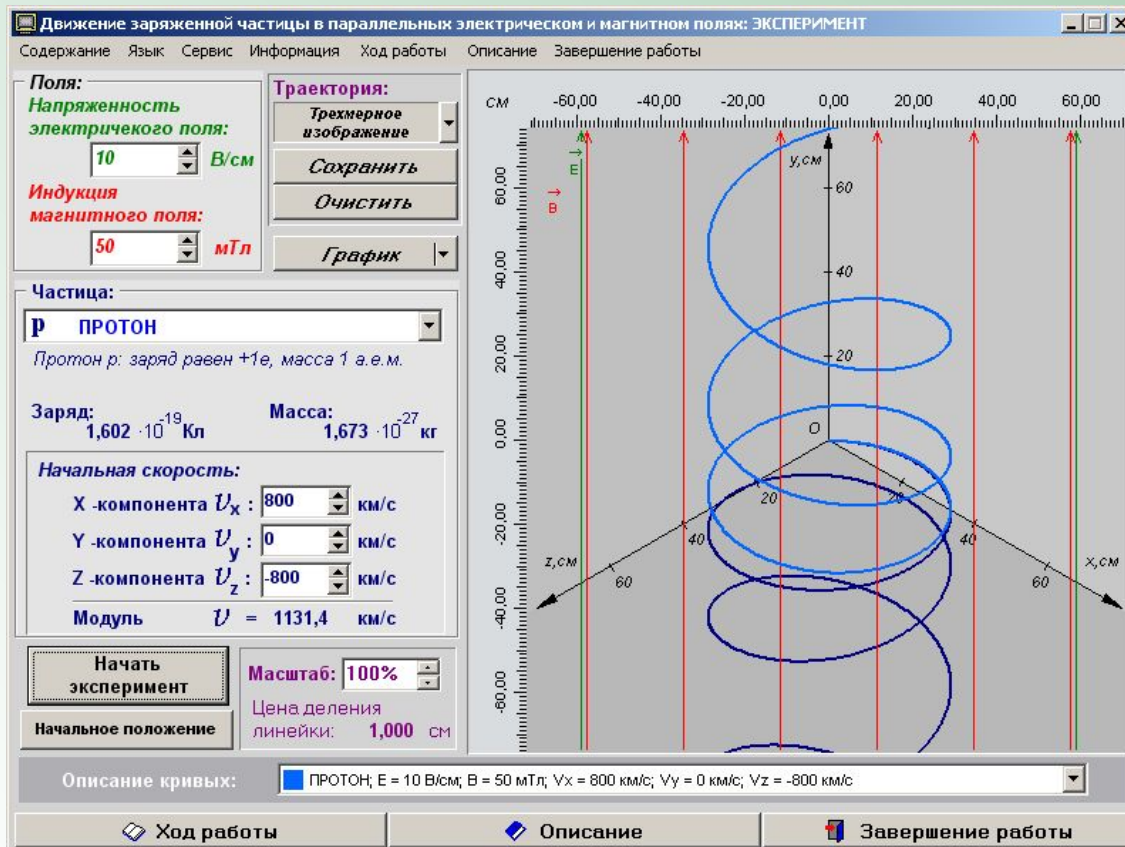
Определение отношения заряда частицы к ее массе

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.

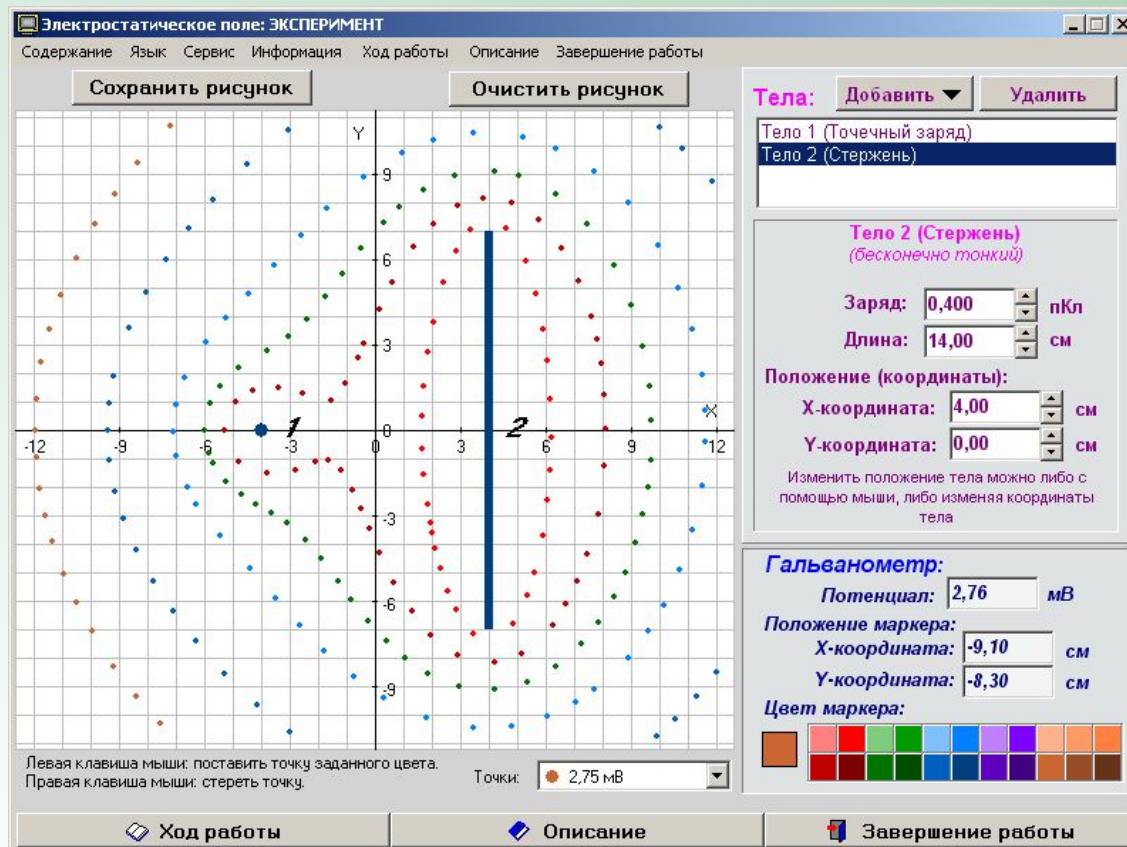
Определение отношения заряда частицы к ее массе

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

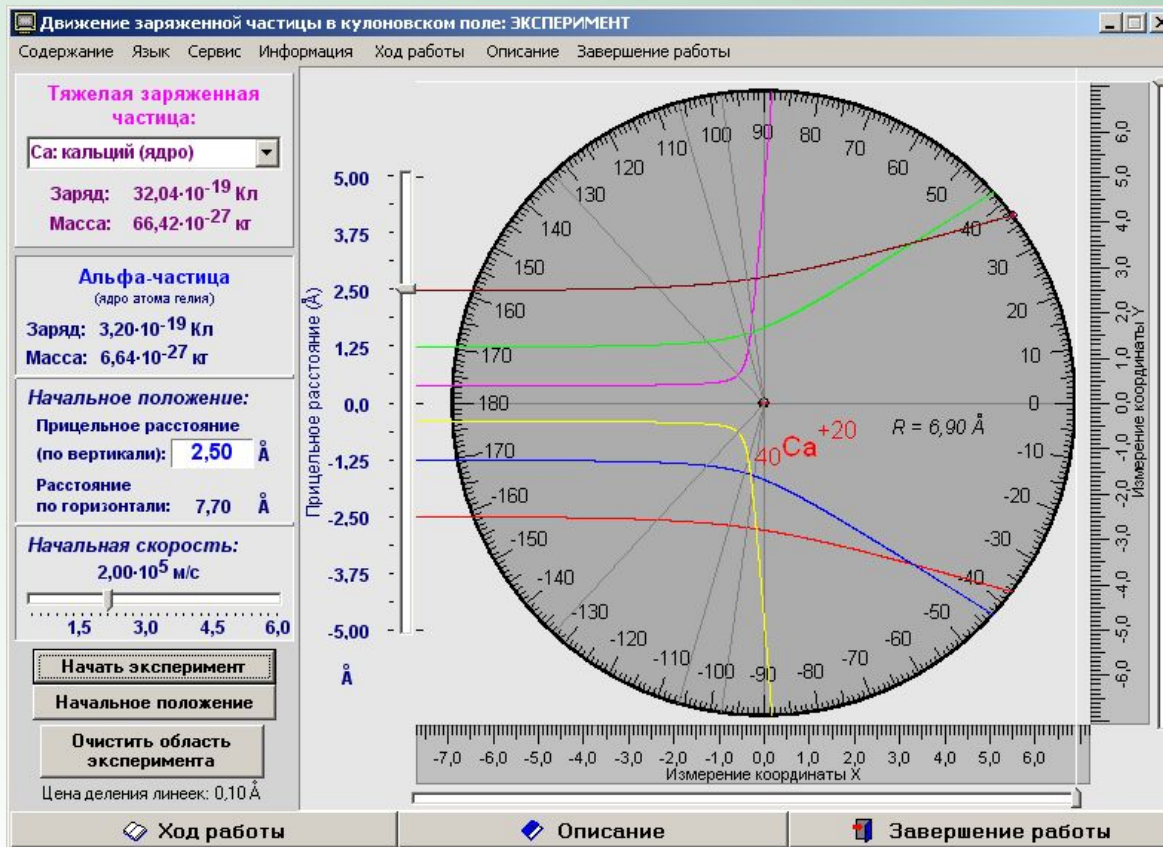


Комплекс лабораторных работ, моделирующих физические процессы на компьютере Laboratory Simulations 1.2

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>