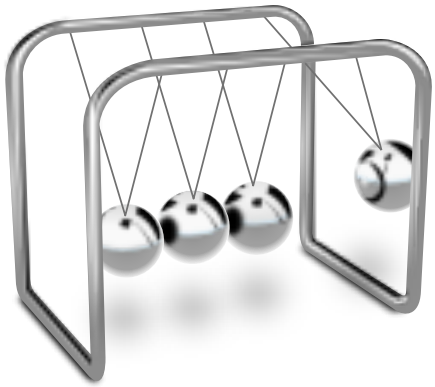
Руководство пользователя Step

Anne-Marie Mahfouf
Перевод на русский язык: Николай Шафоростов
Обновление перевода на русский язык: Мария Шикунова



Руководство пользователя Step

Оглавление

1 Введение 5

2 Использование Step 6

3 Знакомство со Step: уроки 7

3.1 Урок 1: Тела и пружины 7

3.2 Урок 2: Регуляторы и графики 8

3.3 Урок 3: Твёрдые тела и траектории 9

3.4 Урок 4: Двигатели и силы 10

3.5 Урок 5: Соединители 11

4 Примеры Step 12

5 Авторские права и лицензии 15

Аннотация

Step — это интерактивный симулятор физических процессов. Он позволяет изучать физические явления с помощью их имитации. Пользователь располагает в исследовательской области (сцене) некоторые тела, включает силы (гравитационные силы и силы натяжения от пружин), а потом нажимает кнопку Симулировать на панели инструментов, — Step покажет, как согласно законам физики будут развиваться события в построенной пользователем системе. Возможно менять все свойства тел или сил в эксперименте (даже во время симуляции), чтобы увидеть, как такие изменения влияют на ход эксперимента. Step поможет не просто изучить физику, а прочувствовать, как работают физические законы.

Глава 1

Введение

Step — это интерактивный симулятор физических процессов.

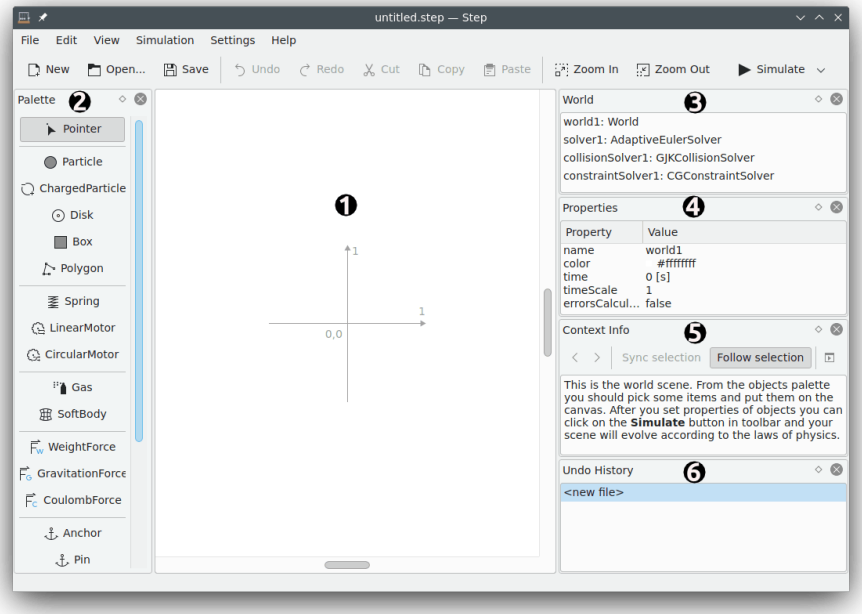
Возможности Step:

- Имитация классического механического взаимодействия в двух измерениях
- Частицы, пружины с диссипацией, гравитационные и электростатические силы
- Твёрдые тела
- Обработка столкновений (на данный момент есть только дискретная реализация)
- Мягкие (деформируемые) тела, моделируемые как системы частиц и пружин с возможностью изменения параметров пользователем, звуковые волны
- Молекулярная динамика (в этой версии используется модель потенциала Леннард-Джонса): газы и жидкости, конденсация и испарение, вычисление значений термодинамических величин и их изменений
- Калькулятор выражений и преобразование единиц измерения: возможно ввести формулу вида «(2 дня + 3 часа) * 80 км/ч», и она будет распознаваться как расстояние (для этого потребуется установить пакет libqalculate)
- Расчёт погрешностей с учётом их распространения: для любого свойства возможно ввести значение вида «1.3 ± 0.2», и все зависящие от него значения будут рассчитаны по статистическим формулам
- Вычислитель погрешностей при решении уравнений: программа рассчитывает погрешности вычислений и складывает их с погрешностями, введёнными пользователем
- Различные вычислители: до восьмого порядка, явные и неявные, с переменным или постоянным шагом во времени (для большинства вычислителей требуется библиотека GSL)
- Инструмент управления объектами, позволяющий легко менять их свойства в процессе моделирования (даже с помощью настраиваемых комбинаций клавиш)
- Средства визуализации результатов: графики, измерители, траектории
- Контекстная информация по всем объектам, встроенный просмотр Википедии
- Сборник примеров экспериментов и возможность загрузить другие эксперименты с помощью KNewStuff3
- Встроенные уроки

Глава 2

Использование Step

Step имитирует физическое поведение тел. Главная часть окна Step (1) — это область эксперимента (сцена), которая размещена в центре главного окна Step; в этой области пользователь сначала располагает объекты, а потом наблюдает за их поведением. Слева от сцены расположена панель физических объектов (2). Эту панель возможно перемещать в любое место на экране посредством перетаскивания её за заголовок. Справа от сцены показывается описание текущего эксперимента (3), его свойства (4), справка, объясняющая некоторые термины (5), и история текущего эксперимента (6). Каждую из этих панелей возможно расположить в любом удобном месте на экране посредством перетаскивания панели за заголовок.



Чтобы помочь разобраться в работе приложения, Step предлагает серию уроков, которые легко научат создавать эксперименты. Начните с пошаговой инструкции первого урока.

Глава 3

Знакомство со Step: уроки

Пункт меню Файл → Открыть урок... открывает диалог, в котором загружаются встроенные в Step обучающие примеры. Всего доступно пять уроков, помогающих научиться взаимодействовать с каждым объектом в Step. Рекомендуется начать с первого урока, выбрав в списке файл tutorial1.step. В Step отобразится урок 1.

> Замечание
> Если урок отображается некорректно, попробуйте увеличить масштаб.

Расположенная справа панель Мир отображает список всех объектов, которые сейчас присутствуют на сцене. При нажатии на объект в списке на панели Свойства отобразятся его свойства. Эта панель позволяет изменять свойства объектов нажатием на соответствующее свойство.

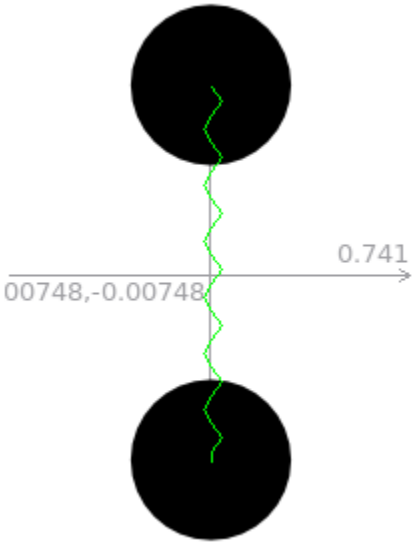
Каждый урок состоит из небольшого текста, описывающего новые элементы и объясняющего их свойства. В уроке также предлагается изменить некоторые свойства определённых элементов, чтобы получить новый результат эксперимента.

3.1 Урок 1: Тела и пружины

Этот урок знакомит пользователя с телами и пружинами, а также показывает, как запустить первую симуляцию.

Физическое тело (или просто «тело») — это объект, который возможно описать теориями классической или квантовой механики, и над которым возможно проводить эксперименты с помощью физических инструментов. С помощью этих инструментов возможно определять положение и, в некоторых случаях, ориентацию в пространстве, а также изменять их путём приложения сил.

Пружина — это упругий элемент, накапливающий и отдающий, или поглощающий механическую энергию.



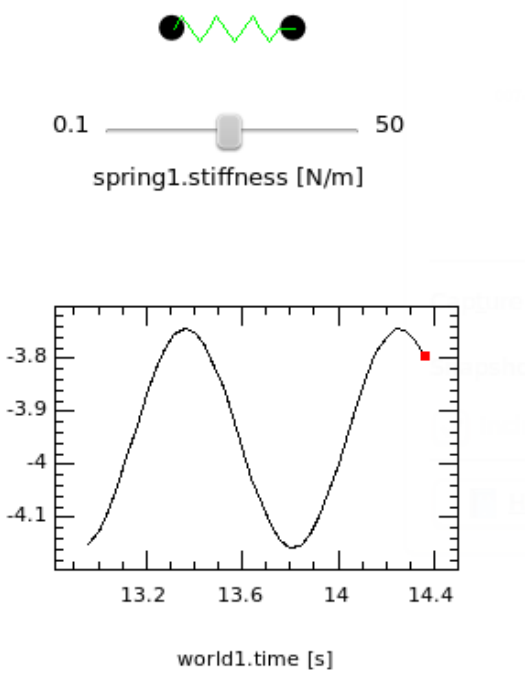
Физический эксперимент в этом уроке представляет собой два диска, соединённых пружиной. Диски имеют начальную скорость в касательном направлении (маленькая синяя стрелка) и ускорение (красная стрелка), пружины имеют жёсткость, и их длину возможно изменить. В ходе эксперимента возможно увидеть, как пружина тянет и толкает диски. В уроке предлагается изменить жёсткость пружины и попробовать поменять параметры системного эксперимента.

После изучения этого урока пользователь подробно ознакомится с особенностями интерфейса Step и сможет легко изменять свойства тел.

3.2 Урок 2: Регуляторы и графики

Этот урок позволит узнать больше о регуляторах и графиках.

Регулятор — это устройство, которое позволяет графически изменить свойства тела или пружины. В этом обучающем примере с помощью регулятора изменяется жёсткость «пружины1». Перемещая ползунок вправо или используя клавишу W, возможно увеличить значение жёсткости пружины1, а перемещая ползунок влево или используя клавишу Q — уменьшить его. Щелчок правой кнопкой мыши по регулятору вызывает контекстное меню; пункт Настроить регулятор... позволяет изменить каждое свойство регулятора.



Графики позволяют графически отобразить отношения вежду двумя переменными. Этот пример показывает изменение положения частицы1 с течением времени в системе мир1. Щелчок правой кнопкой мыши по графику позволяет очистить или удалить его, а также открыть диалог конфигурации и изменить в нём все свойства этого графика.

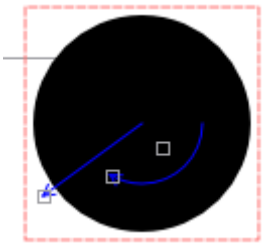
После изучения этого урока пользователь может использовать регуляторы для воздействия на свойства тел и графики для отслеживания определённых свойств в эксперименте.

3.3 Урок 3: Твёрдые тела и траектории

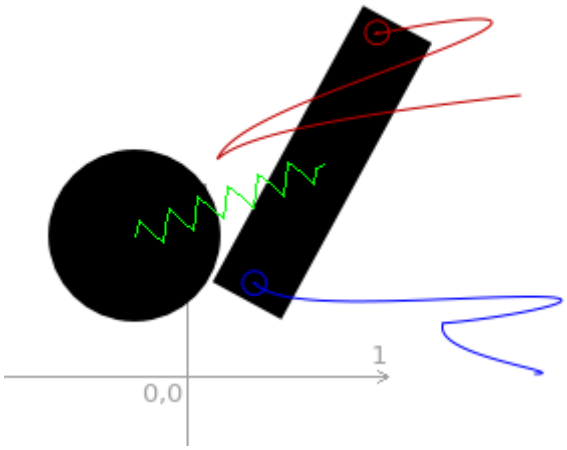
Третий урок познакомит с твёрдыми телами и траекториями.

Твёрдое тело — это идеализация жёсткого тела конечных размеров, у которого не учитывается деформация. Другими словами, расстояние между любыми двумя заданными точками твёрдого тела остаётся постоянным во времени независимо от внешних сил, действующих на него.

Траектория — это инструмент, отображающий траекторию заданной точки твёрдого тела.



При выделении твёрдого тела (в данном случае, это диск) на нём будут располагаться три серых элемента управления. С их помощью (путём их нажатия и перемещения) возможно изменять скорость, угол и угловую скорость тела.

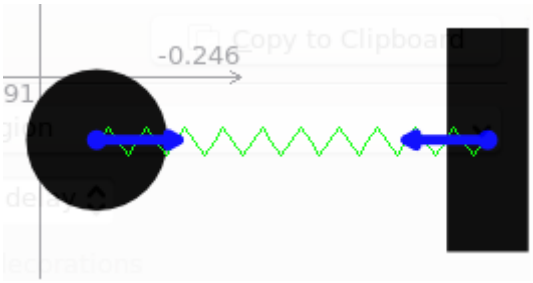


Эксперимент в уроке 3 отображает диск и блок, соединённые пружиной. Траектория (синего цвета) уже прикреплена к блоку. Возможно прикрепить ещё одну: на Панели инструментов нажмите кнопку Траектория и щёлкните левой кнопкой мыши по блоку в том месте, где её следует добавить. На панели Свойства нажмите на строку цвет, нажмите на синий квадрат справа от строки и выберите новый цвет траектории с помощью палитры. Снимок экрана выше иллюстрирует пример запущенной симуляции с двумя траекториями.

3.4 Урок 4: Двигатели и силы

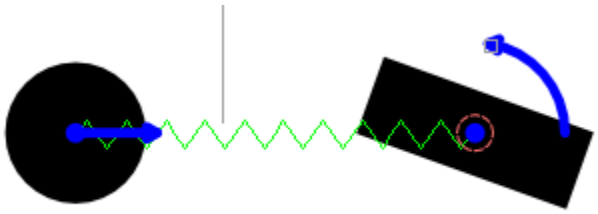
В Step доступно два типа двигателей: линейные и вращательные. Линейный двигатель прикладывает постоянную силу к заданной точке тела, а вращательный — постоянный угловой момент.

К телам возможно добавить три разные силы: силу тяжести, силу гравитации и силу Кулона. По умолчанию все силы выключены. Сила Кулона — это сила, которая существует между двумя зарядами.



В этом уроке предлагается поэкспериментировать с диском и блоком, соединёнными пружинами. Другой плоский блок, находящийся внизу, будет границей. К диску и первому блоку прикреплён линейный двигатель. Два регулятора позволяют изменять значение усилия каждого двигателя. Запустите симуляцию и попробуйте изменить положение регуляторов. Затем остановите симуляцию и добавьте силу тяжести (силы глобальны и применяются ко всему миру). Запустите симуляцию и проанализируйте разницу.

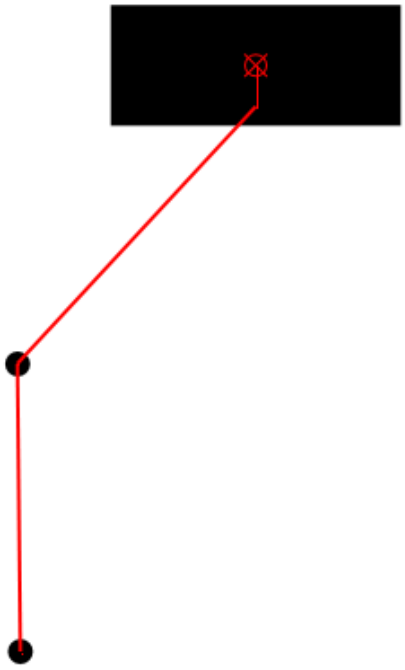
Также возможно убрать линейный двигатель и вместо него поставить вращательный. Панель инструментов содержит кнопку Вращательный двигатель, позволяющую добавить такой двигатель. Нажмите на блок, чтобы добавить его туда, а затем установите значение крутящего момента, нажав и переместив серый элемент управления двигателя.



С помощью этого урока пользователь ознакомился с двигателями и силами и теперь сможет добавлять их к телам.

3.5 Урок 5: Соединители

Соединители — это объекты, которые прикрепляют другие объекты друг к другу или к фону. В Step есть следующие типы соединителей: фиксаторы, кнопки и стержни. Фиксатор — это соединитель, который фиксирует положение тела, при этом тело не может двигаться. Кнопка — это соединитель, который фиксирует одну точку тела, при этом тело может двигаться вокруг кнопки. Стержень — это соединитель, фиксирующий расстояние между двумя точками на двух телах.



Пятый пример описывает действие двойного маятника.

Добавьте Частицу на сцену, а затем присоедините её к частице2 с помощью стержня. Нажмите кнопку Стержень на Панели инструментов. Затем с помощью левой кнопки мыши выберите первый объект, прикреплённый к стержню (частица2), перетащите курсор ко второму объекту (частица3) и отпустите кнопку мыши на частице3. Таким образом получится тройной маятник.

Глава 4

Примеры Step

Пакет Step содержит несколько обучающих примеров, которые помогут пользователю понять принципы работы приложения:

Файл → Примеры

Открывает вложенное меню с пунктами различных действий.

Открыть пример...

Открывает пример из стандартного набора.

Открыть загруженный пример...

Открывает загруженные примеры.

Загрузить новые эксперименты...

Загружает примеры, опубликованные другими пользователями.

Опубликовать текущий эксперимент...

Возможно публиковать собственные примеры.

Описания файлов со стандартными примерами представлены ниже.

brownian.step

Строит траекторию взаимодействия жёсткого диска с 40 частицами, беспорядочно двигающимися внутри ящика. Этот пример моделирует броуновское движение частиц идеального газа.

doublependulum.step

Этот пример моделирует движение двойного маятника с помощью двух массивных частиц и двух стержней.

eightpendulum.step

Этот пример — это простая демонстрация знаменитой колыбели Ньютона. Она смоделирована в Step с помощью стержней, 8 дисков и блока. Шесть шаров в середине не движутся, потому что они передают импульс и энергию, а не движение.

first.step: Первый пример

Этот пример состоит из двух частей. Первая часть отображает две частицы, соединённые пружиной, а вторая часть отображает две заряженные частицы.

Две частицы, соединённые пружиной

В этом примере на сцену добавлены две частицы, соединённые пружиной. Свойства обеих частиц, например, скорость, импульс и положение, указаны на панели свойств. Здесь же указаны свойства пружины: жёсткость, длина в состоянии покоя, затухание и так далее.

Объяснение симуляции:

Это хороший пример простого гармонического движения. Здесь ускорение одной частицы задаётся в направлении положительной оси x, а ускорение другой частицы задаётся вдоль отрицательной оси x. В результате обе частицы тянут пружину в противоположных направлениях, а пружина пытается вернуть две частицы в исходное положение. Таким образом, система совершает простое гармоническое движение. На сцене смоделировано поведение частиц и пружины в этих условиях.

Две заряженные частицы

Скорость каждой заряженной частицы задаётся в определённом направлении, поэтому заряженные частицы движутся в направлении, соответствующем их скорости, но каждая частица получает равный и противоположный заряд, поэтому частицы пытаются притягивать друг друга. На сцене смоделировано поведение заряженных частиц в этих условиях.

fourpendula.step

Этот пример — это правильная демонстрация колыбели Ньютона. Так как система не идеальна, со временем два диска посередине будут визуально перемещаться.

gas.step

Этот пример имитирует давление идеального газа, вызванное броуновским движением.

graph.step

Строит график зависимости скорости от положения для частицы1 в системе двух частиц, соединённых пружиной.

liquid.step

В этом примере моделируется моноатомная жидкость.

lissajous.step

В этом примере фигуры Лиссажу имитируются с помощью модели, состоящей из двух частиц. Параметры этой модели возможно изменить с помощью регулятора в центре мира.

motor1.step

Имитирует твёрдое треугольное тело под нагрузкой трёх линейных двигателей.

motor.step

Имитирует взаимодействие линейного двигателя с твёрдым прямоугольным телом на пружине.

note.step

Пример с формулой $L^{A}T_{E}X$ (формула Гаусса — Остроградского) и встроенным изображением.

resonance.step

В этом примере моделируется резонанс в системе с вращательным двигателем.

softbody.step

В этом примере моделируется взаимодействие двух жёстких тел с одним мягким телом между ними.

solar.step

В этом примере моделируется движение главных тел Солнечной системы (Солнца и планет).

springs.step

В этом примере моделируется движение плоской системы из пяти частиц, связанных четырьмя пружинами.

wave.step

График на сцене показывает колебания зелёной частицы. При запуске симуляции волна начинает распространяться от красной частицы. Синяя частица отразит волну, и она будет двигаться в обратном направлении, пока вновь не отразится от красной частицы. Со временем волна исчезнет из-за рассеяния энергии пружинами.

Глава 5

Авторские права и лицензии

Step

Авторские права на программу © Vladimir Kuznetsov ks.vladimir@gmail.com, 2007

Участники:

- Автор: Vladimir Kuznetsov ks.vladimir@gmail.com
- Разработчик: Carsten Niehaus cniehaus@kde.org

Авторские права на документацию © Anne-Marie Mahfouf annma@kde.org, 2007

Перевод на русский язык — Николай Шафоростовshaforostoff@kde.ru

Обновление перевода — Мария Шикуноваtranslation-team@basealt.ru

Этот документ распространяется на условиях GNU Free Documentation License.

Программа распространяется на условиях лицензии GNU General Public License.